

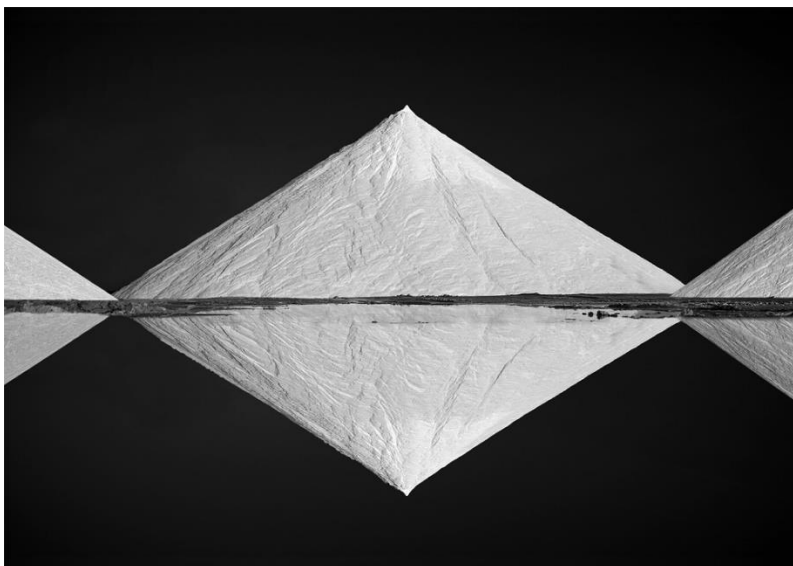


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ -
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΚΑΡΕΤΣΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΑΕΜ: 4885

ΟΙ ΑΛΥΚΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΑΛΑΤΟΣ ΣΤΟ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2021





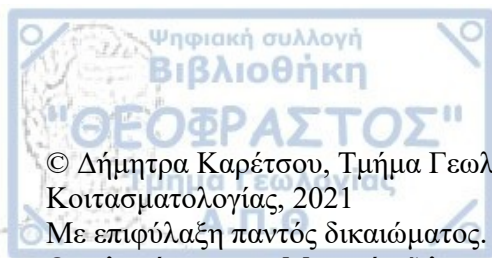
ΔΗΜΗΤΡΑ ΚΑΡΕΤΣΟΥ

ΟΙ ΑΛΥΚΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΑΛΑΤΟΣ ΣΤΟ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Ορυκτολογίας – Πετρολογίας – Κοιτασματολογίας

Επιβλέποντες Καθηγητές:
Βασίλης Μέλφος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Λαμπρινή Παπαδοπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

© Δήμητρα Καρέτσου, 2021
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.



© Δήμητρα Καρέτσου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Οι αλυκές και το Μουσείο Άλατος στο Μεσολόγγι – Ορυκτολογική και ορυκτοχημική μελέτη – *Διπλωματική Εργασία*

© Dimitra Karetsou, School of Geology, Department of Mineralogy, Petrology, Economic Geology, 2021

All rights reserved.

Salt pans and the Salt Museum of Missolonghi - A mineralogical and geochemical study – *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Φωτογραφία Εξωφύλλου: Νίκος Σιάμος



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΟΙ ΑΛΥΚΕΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ.....	6
2.1. Αλοπηγία στον Ελληνικό χώρο.....	6
2.2. Ιστορία και Γεωλογία των αλυκών Μεσολογγίου.....	9
2.3. Δομή αλυκών, μέθοδοι κρυστάλλωσης και συγκομιδή.....	12
3. ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΒΡΩΣΙΜΟΥ ΑΛΑΤΙΟΥ.....	15
3.1. Ορυκτοχημική σύσταση.....	15
3.2. Επεξεργασία αλατιού θαλάσσιας προέλευσης.....	17
4. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΛΑΤΙΟΥ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ.....	19
5. ΜΟΥΣΕΙΟ ΑΛΑΤΟΣ.....	28
5.1. Η ιστορία του κτιρίου.....	28
5.2. Περιεχόμενο και εκθέματα.....	29
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	31
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	32



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αλυκές και το Μουσείο Άλατος στο Μεσολόγγι Ορυκτολογική και Ορυκτοχημική μελέτη

Δήμητρα Καρέτσου

Η παρούσα διπλωματική πτυχιακή εργασία αφορμώμενη από την παραγωγή και σύσταση του βρώσιμου αλατιού, μελετά την εγχώρια παρουσία του και συγκεκριμένα την αλοπηγική δραστηριότητα. Γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην παρουσία των αλυκών στον ελληνικό χώρο και περιγράφεται η δομή τους και η λειτουργία τους, με έμφαση στις αλυκές της πόλης του Μεσολογγίου. Στη συνέχεια δίνονται στοιχεία για την ορυκτοχημική σύσταση του αλατιού και τις διαδικασίες επεξεργασίας του και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ορυκτολογικής και ορυκτοχημικής ανάλυσης δειγμάτων από την Αλυκή της Τουρλίδας. Τέλος, περιγράφεται η δημιουργία του Μουσείου Άλατος, ως πολιτιστικό δημιούργημα σχετιζόμενο με την αλοπηγική δραστηριότητα του Μεσολογγίου.



ABSTRACT

Salt pans and the Salt Museum of Missolonghi A mineralogical and geochemical study

Dimitra Karetsou

This thesis, having as a springboard the production and formulation of edible salt, investigates the processes related to salt extraction and the function and presence of salt pans on a domestic level. Starting with a short historical analysis on the presence of salt pans in Greece, the survey elaborates on their structure and function, focusing on the ones located in Missolonghi. Following this introduction, data on the geochemical composition of the salt as well as its processing methods are presented and explained alongside the geochemical analysis of samples taken from the Tournida salt pan. In the end, the formation and function of the Missolonghi Salt Museum are presented and described in order to highlight its substance as a cultural outcome portraying the salt pan-related activity of the area.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής διπλωματικής εργασίας μου ανατέθηκε τον Οκτώβριο του 2020 από τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Ορυκτολογίας – Πετρολογίας – Κοιτασματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κ. Βασίλειο Μέλφο, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για το ενδιαφέρον του, τη συμβολή και τη βοήθειά του στην επιλογή του θέματος και στην εκπόνηση της εργασίας. Ευχαριστίες οφείλω και στην Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Λαμπρινή Παπαδοπούλου για την πραγματοποίηση των χημικών αναλύσεων στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης.

Η συγκεκριμένη εργασία επιχειρεί να παρουσιάσει την αλοπηγική δραστηριότητα στον ελληνικό χώρο με έμφαση στις αλυκές Μεσολογγίου, να περιγράψει τη σύσταση και διαδικασία παραγωγής του αλατιού και τη συσχέτισή του με τον πολιτισμό.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τη μητέρα μου, τον Νίκο, τον Πάνο, τη Μύρνα και τον Μάνο για τη βοήθεια και την ολόψυχη στήριξη και την αγάπη τους.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αλάτι στην ιστορία του ανθρώπου έχει πολλαπλές χρήσεις: σχεδόν σε όλα τα παράγωγα της βιομηχανίας τροφίμων, αλλά και σε πολλές άλλες διαδικασίες παραγωγής προϊόντων και εφαρμογές, όπως στην αποσκλήρυνση νερού, στα λιπάσματα, στις εκχιονιστικές εργασίες, στην επεξεργασία δερμάτων, στην παραγωγή απορρυπαντικών, στα υγρά γεωτρήσεων και χιλιάδες άλλες χρήσεις που δεν είναι αντικείμενο της παρούσης εργασίας (Πετανίδου 1977). Η γνωστότερη στο κοινό ιδιότητα του αλατιού είναι ο βρώσιμος χαρακτήρας του.

Η ανάγκη του ανθρώπου για λήψη άλατος χρονολογείται από την 10η-9η χιλιετία π.Χ. και είναι άμεσα συνδεδεμένη με το ξεκίνημα της κατανάλωσης φυτικών τροφών από αυτόν. Αυτό συμβαίνει διότι οι φυτικές τροφές έχουν μικρότερη αναλογία Na:K από ότι το κρέας και έτσι η αντικατάσταση του κρέατος από αυτές διαταράσσει το ισοζύγιο Na:K στον οργανισμό, ο οποίος έχει ανάγκη για περαιτέρω λήψη Na. Ανάλογα με τις συνήθειες, τη σωματική δραστηριότητα, τη φύση του επαγγέλματος αλλά και τις κλιματικές συνθήκες στον τόπο διαβίωσής του, η ημερήσια κατανάλωση άλατος για τον άνθρωπο κυμαίνεται από 3 έως και 20 γραμμάρια και είναι απαραίτητη για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού του.

Έτσι λοιπόν, για να καλύψει τις ανάγκες του, ο άνθρωπος αναζήτησε το αλάτι γύρω του και από αρχαιοτάτων χρόνων εντόπισε τις δύο κύριες πηγές του που εκμεταλλεύεται μέχρι και σήμερα: το ορυκτό αλάτι και το θαλασσίνο. Οι αποθέσεις ορυκτού άλατος βρίσκονται υπό τη μορφή του ορυκτού «αλίτης» (Σχ. 1.1) και έχουν προκύψει από εβαποριτικές αποθέσεις επιφανειακές ή υπόγειες σε γεωλογικούς χρόνους του παρελθόντος. Το θαλασσίνο αλάτι μπορεί να βρεθεί αυτόπηκτο (φυσικές συγκεντρώσεις άλατος σε παραλίες ή βράχια, χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση) ή σε αλυκές (φυσικές, ημιτεχνητές και τεχνητές).

Άλλες πηγές άλατος είναι οι αλμυρές πηγές, δηλαδή επιφανειακές εμφανίσεις αλμυρού νερού που κατά την κυκλοφορία του έρχεται σε επαφή με υπόγειες εβαποριτικές αποθέσεις, και οι αλμυρές λίμνες. Πρόκειται για λίμνες που δεν έχουν επιφανειακή απορροή και ο ρυθμός εισροής υδάτων σε αυτές είναι μικρότερος από το ρυθμό εξάτμισής τους. Έτσι λοιπόν με το χρόνο αυξάνει η αλμυρότητα της λίμνης και σε κάποιες περιπτώσεις το νερό εξατμίζεται εντελώς, αφήνοντας στη θέση του μόνο τις αποθέσεις άλατος.

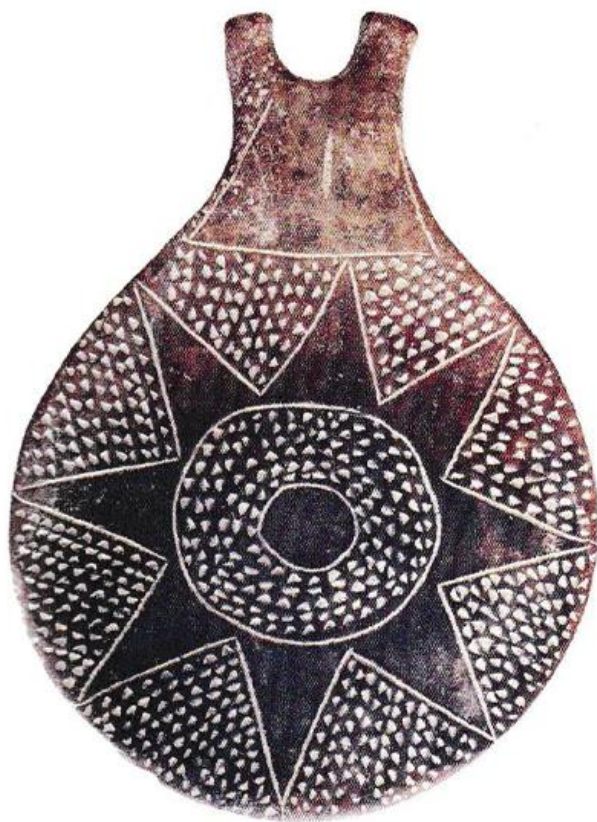
Στην Κίνα (εδώ και 4000 χρόνια) και στη Ρώμη (από το 641 π.Χ.) υπήρχαν πρώιμες μορφές αλυκών (αλλιώς λειμώνες άλατος ή αλαταγροί), που όμως δεν είναι γνωστό πως

λειτουργούσαν, εάν δηλαδή περιορίζονταν στη συλλογή αυτόπηκτου αλατιού ή εάν στη διαδικασία παραγωγής και συλλογής υπήρχαν και τεχνητά μέσα. Στην Αθήνα και την Αλεξάνδρεια γινόταν συλλογή αυτόπηκτου αλατιού από τις λιμνοθάλασσες ή σημεία όπου το θαλασσινό νερό συγκεντρώνονταν σε βράχια. Ο Αριστοτέλης δε στο έργο του «Μετεωρολογικά» αναφέρει ότι οι Θεσπρωτοί παρήγαγαν αλάτι μέσω του βρασμού και της εξάτμισης «υφαλικού» νερού (Πετανίδου 1977).

Οι τεχνικές παραγωγής άλατος έχουν βαθιές ρίζες στην ανθρώπινη ιστορία, διότι η καθαρότητά του ήταν ελάχιστες φορές επαρκής και οι άνθρωποι αναζήτησαν τρόπους απαλλαγής από τις προσμίξεις. Έτσι λοιπόν πολλές φορές στρέφονταν στην απόληψη αλατιού από άλμες, δηλαδή διαλύματα με υψηλή περιεκτικότητα αλάτων, μέσω της διαδικασίας του βρασμού ή άλλου τρόπου εξάτμισης, χρησιμοποιώντας ειδικά κεραμικά σκεύη. Πιθανολογείται ότι το αρχαιοελληνικό γνωστό Πρωτοκυκλαδικό τηγανόσχημο σκεύος χρησιμοποιήθηκε πριν 5000 χρόνια στη μεταφορά άλμης για επιπλέον επεξεργασία (Σχ. 1.2).



Σχ. 1.1. Αποθέσεις ορυκτού άλατος πάνω σε πετρώματα (www.geodifhs.com)



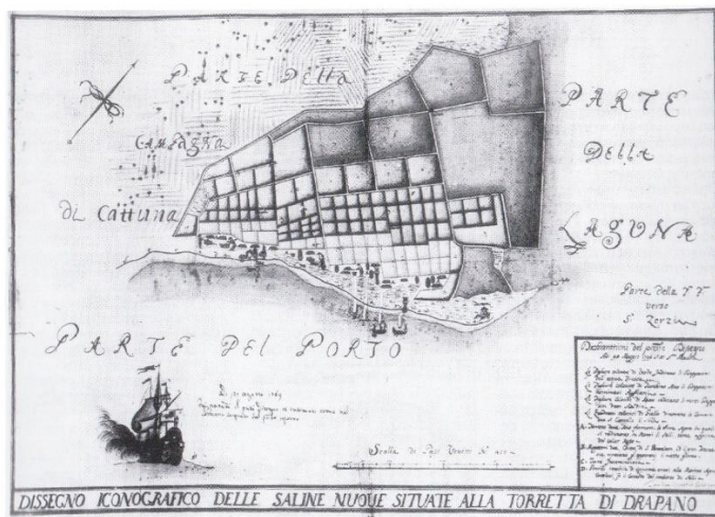
Σχ.1.2. Η έξω διακοσμημένη πλευρά του Πρωτοκυκλαδικού τηχανόσχημου σκεύους (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών)

2. ΟΙ ΑΛΥΚΕΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

2.1. Αλοπηγία στον Ελληνικό χώρο

Στην Αρχαία Ελλάδα οι ανάγκες των ανθρώπων καλύπτονταν είτε από αλμυρές πηγές, η άλμη των οποίων όμως έ χρηζε ανθρώπινης επεξεργασίας, είτε από το αυτόπηκτο θαλασσινό αλάτι, το οποίο κρυσταλλωνόταν στις ακτές και τα βράχια. Ήδη από τη Μυκηναϊκή Εποχή (1600-1100 π.Χ.) πιθανολογείται η παρουσία φυσικών αλυκών σε χαμηλές ακτές. Η προμήθεια άλατος στην Αρχαία Αθήνα γινόταν από τις αλυκές της Ραφήνας, της Βούλας και των Μεγάρων. Για την περίοδο των Βυζαντινών χρόνων υπάρχουν καταγεγραμμένες αλυκές στο Αιγαίο Πέλαγος και συγκεκριμένα σε Θεσσαλονίκη, Αθήνα, Πάρο, Μήλο, Νάξο, Τήνο και Ηράκλειο Κρήτης (Πετανίδου 1977).

Από τα μέσα του 14ου αιώνα με την εγκατάσταση της Ενετικής Δημοκρατίας στα Επτάνησα, πληθαίνουν οι πληροφορίες για τις αλυκές της συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής της Ελλάδος, καθώς οι Ενετοί ασχολήθηκαν εντόνως με το εμπόριο άλατος, το οποίο βρήκε άνθηση και για μια περίοδο κατείχαν το μονοπώλιο του στη Νότια Ευρώπη και Μεσόγειο. Σε βενετσιάνικα αρχεία του τέλους αυτού του αιώνα υπάρχει η πρώτη αναφορά σε Κερκυραϊκή αλυκή (Camera Salis). Η Κέρκυρα, η Ζάκυνθος, η Λευκάδα (Σχ. 2.1.) συνέβαλαν κατά πολύ στο εμπόριο των Ενετών με την τελευταία να μεσουρανεί κυρίως στη δεκαετία του 17ου και 18ου αιώνα. Στη Δυτική Πελοπόννησο αλυκές υπήρχαν στην Κυλλήνη, την Κορώνη και τη Μεθώνη μόνο στις αρχές του 13ου αιώνα. Άλλες αλυκές που είχαν ελκύσει το Ενετικό εμπόριο, ήταν αυτές του Ναυπλίου (Θερμησία) στην Ανατολική Πελοπόννησο, της Εύβοιας και της Αττικής (στη Ραφήνα).



Σχ. 2.1. Παλιός
χάρτης της
αλυκής Τορέττα
στη Λευκάδα
(Πετανίδου

Λίγες είναι οι βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν στην Οθωμανική Περίοδο, μια περίοδο που η παραγωγή άλατος στο ελληνικό έδαφος παρήκμασε. Παρόλα αυτά εμφανίζεται η παραγωγή άλατος στη Μυτιλήνη, συνεχίζεται στη Λευκάδα, Κέρκυρα, Αττική και στο Μεσολόγγι, όπου υπάγεται στην τοπική κοινότητα. Από τον τρίτο χρόνο της Ελληνικής Επανάστασης (1823) και μέχρι το 1900 οι ελληνικές αλυκές υπάγονται σιγά σιγά στη διαχείριση του κράτους. Ο αριθμός τους αυξάνεται μετά την προσάρτηση νέων εδαφών στο ελληνικό κράτος στο τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, όμως η λειτουργία πολλών από αυτές σταματά δια παντός στα μέσα του 20ου αιώνα. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 μέχρι σήμερα στην Ελλάδα λειτουργούν 7 Αλυκές (Σχ. 2.3.) (μέχρι πρόσφατα σε αυτές συμπεριλαμβανόταν και η αλυκή του Αδάμαντα στη Μήλο) και σχεδόν όλες τις εκμεταλλεύεται η εταιρία ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΑΛΥΚΕΣ ΑΕ, που ανήκει στο δημόσιο και είναι οι εξής: Μέσης Ροδόπης, Νέας Κεσσάνης Ξάνθης, Αγγελοχωρίου Θεσσαλονίκης, Κίτρους Πιερίας, Καλλιηνής Λέσβου, Πολιχνίτου Λέσβου και Μεσολογγίου (Άσπρη Αλυκή και Αλυκή Τουρλίδας).



Σχ. 2.2. Φόρτωμα αλατιού στις αλυκές Μεσολογγίου τη δεκαετία του 1950 (αρχείο Α.Καβάγια)



Σχ. 2.3. Χάρτης των ενεργών και ανενεργών αλυκών της Ελλάδας (Πετανίδου 1977)

2.2. . Ιστορία και Γεωλογία Αλυκών Μεσολογγίου

Στην περίοδο της Ενετικής Κυριαρχίας εκτός των άλλων, κατά τον 15ο αιώνα ιδρύθηκαν δύο κυρίαρχες αλυκές και στη Δυτική ηπειρωτική Ελλάδα. Η μία από αυτές ήταν απέναντι από την Κέρκυρα και ως γεωγραφική περιοχή της δεύτερης αναφέρεται η Ναυπάκτος. Παρόλα αυτά, τα γεωλογικά και ιστορικά χαρακτηριστικά της Ναυπάκτου δεν μπορούν να δικαιολογήσουν την ύπαρξη αλυκών εκεί. Συμπερασματικά πιθανολογείται η παραγωγή άλατος στην πόλη του Μεσολογγίου και η εξαγωγή του υπό το όνομα της -κοντινής σε αυτό και βρισκόμενης υπό Ενετική κυριαρχία- Ναυπάκτου. Η πρώτη επιβεβαιωμένη όμως αναφορά στις Αλυκές Μεσολογγίου γίνεται σε Βενετσιάνικα αρχεία του 1418, στα οποία περιγράφεται ότι πλοία που ξεκινούσαν από το Λεπάντο (το σημερινό Μεσολόγγι), φόρτωναν αλάτι από τις αλυκές του και το μετέφεραν στη Ραγκούζα (σημερινό Ντουμπρόβνικ Κροατίας). Οι αλυκές αυτές βρέθηκαν μόνο ελάχιστες εβδομάδες υπό Ενετική κυριαρχία και ακόμα και επί Οθωμανικής Αυτοκρατορίας ανήκαν στην πόλη του Μεσολογγίου. Στην πιο σύγχρονη Ιστορία, το 1978 ιδρύθηκε η εταιρία «Αλυκαί Μεσολογγίου Α.Ε.»¹ και ως συνέχεια αυτής το 1988 ιδρύθηκε η εταιρία «Ελληνικές Αλυκές Α.Ε.», που ανήκει στο ελληνικό δημόσιο και εκμεταλλεύεται το μεγαλύτερο μέρος των αλυκών του Μεσολογγίου μέχρι και σήμερα.

Η λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου καλύπτει μια περιοχή 150.000 στρεμμάτων και πληροί τις γεωλογικές και κλιματικές προϋποθέσεις για τη δημιουργία αλυκών. Το ισοζύγιο του νερού είναι αρνητικό κατά τους μήνες της αλοπηγικής δραστηριότητας, δηλαδή οι βροχοπτώσεις είναι λιγότερες από την επιφανειακή απορροή, κατείσδυση και εξάτμιση του νερού. Την ίδια περίοδο οι υψηλές θερμοκρασίες, η χαμηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και η συχνή παρουσία πνεόντων ανέμων συμβάλλουν στη διαδικασία της εξάτμισης.

Ο χώρος αυτός έχει δημιουργηθεί από τις προσχώσεις και τα υλικά της ιζηματογένεσης των ποταμών Αχελώος (Δυτικά της λιμνοθάλασσας) και Εύηνος (Ανατολικά αυτής) σχηματίζοντας επίπεδες εκτάσεις. Πρόκειται για Τεταρτογενείς αποθέσεις ιλύος, αργίλου και τύρφης, υλικά χαμηλής περατότητας ως προς τις άλμες. Η τροφοδοσία της γίνεται τόσο από τις εκβολές των δύο ποταμών σε αυτήν όσο και από την θαλάσσια κυματική δράση, που διευθετεί τα υλικά τους. Οι συνεχείς κινηματικές συνθήκες του νερού έχουν ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του κατά τόπους βάθους της λιμνοθάλασσας (Φρούζη 2019). Παράλληλα, με τη βοήθεια των παλιρροϊκών κινήσεων, έχουν δημιουργηθεί τις λουρνησίδες, δηλαδή επιμήκεις λωρίδες γης οι

¹Βλ. <https://saltworks.gr/page-39.html>

οποίες απομονώνουν μερικώς τη λιμνοθάλασσα από τον Πατραϊκό Κόλπο ή και χωρίζουν την ίδια σε μικρότερες εκτάσεις. Στο Ανατολικό της τμήμα βρίσκεται η λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας που έχει έκταση 22.000 στρέμματα και διαχωρίστηκε ανθρωπογενώς από την υπόλοιπη λιμνοθάλασσα στα τέλη του 19ου αιώνα.

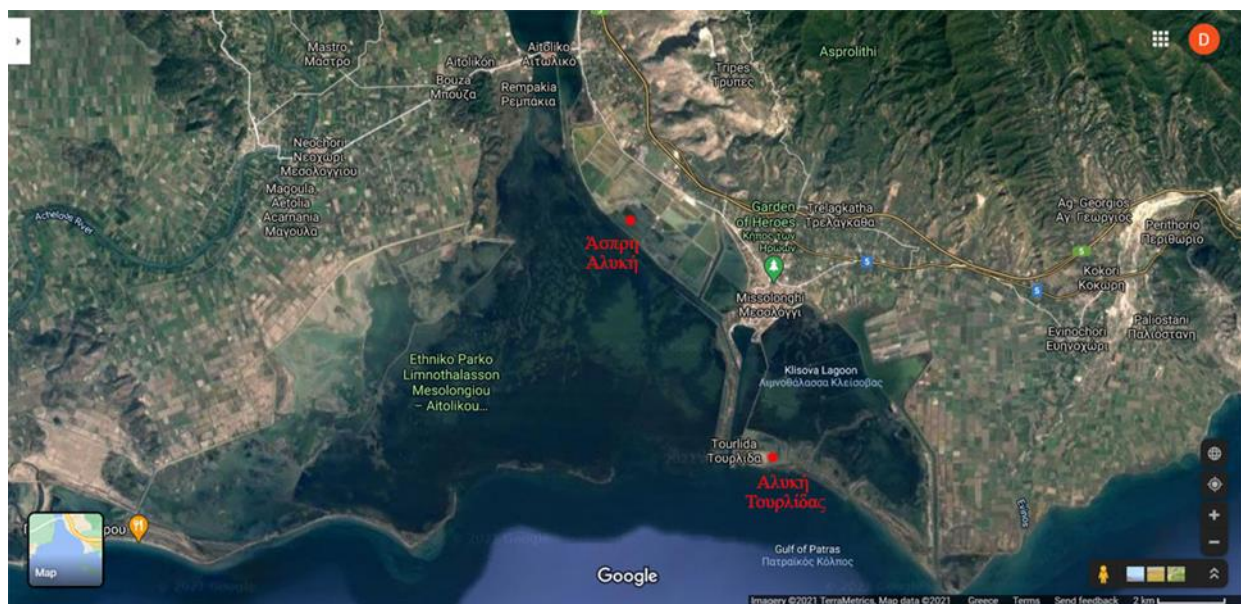
Στα χρόνια που ακολούθησαν, έγιναν ενέργειες αποξήρανσης εκτάσεων με στόχο τη γεωργική τους χρήση και σταδιακά η υδάτινη επιφάνεια της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου μειώθηκε. Ωστόσο από τη δεκαετία του 1980 και έπειτα έγιναν προσπάθειες και έργα αποκατάστασης και επαναφοράς της περιοχής στην προηγούμενή της κατάσταση, όπως και μικρής κλίμακας παρεμβάσεις στις λουρνησίδες με στόχο τον έλεγχο της κυκλοφορίας των νερών (Φρούζη 2019).

Φορείς του Ελληνικού Δημοσίου προσπάθησαν σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους να δημιουργήσουν μία τεραστίων διαστάσεων αλυκή. Η μία ήταν το 1952 με την οικονομική ενίσχυση του σχεδίου Marshall και η άλλη τη δεκαετία 1964-1974 οπότε σχεδιάζονταν να κατασκευαστούν εργοστάσια που θα χρησιμοποιούσαν το αλάτι ως πρώτη ύλη. Καμία από τις δύο αυτές προσπάθειες δε στέφθηκε με επιτυχία (Κανελλή 2020).

Έτσι λοιπόν στους χώρους αυτούς μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα λειτουργούσαν τέσσερις αλυκές. Η αλυκή της Σκοποβολής λειτούργησε από το 1922 μέχρι το 1927 Βόρεια της Λιμνοθάλασσας της Κλείσοβας και ονομάστηκε έτσι διότι στην περιοχή πραγματοποιούνταν στρατιωτικές ασκήσεις. Η Μαύρη Αλυκή βρισκόταν στη Νοτιοανατολική πλευρά της λιμνοθάλασσας της Κλείσοβας, 1,5-2 km Ανατολικά της Αλυκής Τουρλίδας προς τις εκβολές του Εύηνου. Το όνομά της οφείλεται στο πιο «βρώμικο» αλάτι που έδινε σε σχέση με αυτό της Άσπρης Αλυκής. Κατά την περίοδο της Ελληνικής Επανάστασης αναφερόταν και ως Αλυκή Μποχωρίου (παραφθορά του Ευηνοχωρίου, χωριό που βρίσκεται ανατολικότερα στις όχθες του ποταμού Εύηνου).

Οι άλλες δύο αλυκές (Σχ. 2.4.) είναι αυτές που λειτουργούν μέχρι και σήμερα και παράγουν το 65-70% του ελληνικού αλατιού (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες του εκάστοτε έτους). Η μεγαλύτερη του Μεσολογγίου αλλά και της Ελλάδας είναι η Άσπρη Αλυκή με έκταση 12.500 στρέμματα και βρίσκεται Δυτικά της λιμνοθάλασσας στο δρόμο που οδηγεί στο νησί του Αιτωλικού. Η εκμετάλλευσή της γίνεται από τις ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΑΛΥΚΕΣ ΑΕ. Η δεύτερη είναι η Αλυκή της Τουρλίδας (Σχ. 2.5.), η οποία ανήκει στο Δήμο Μεσολογγίου. Η επιφάνειά της

απαριθμεί 1.750 στρέμματα, βρίσκεται στη Νοτιοδυτική πλευρά της λιμνοθάλασσας Κλείσοβας και έρχεται σε επαφή με το Ιόνιο Πέλαγος και συγκεκριμένα τον Πατραϊκό Κόλπο.



Σχ. 2.4. Επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου (www.google.com/maps)

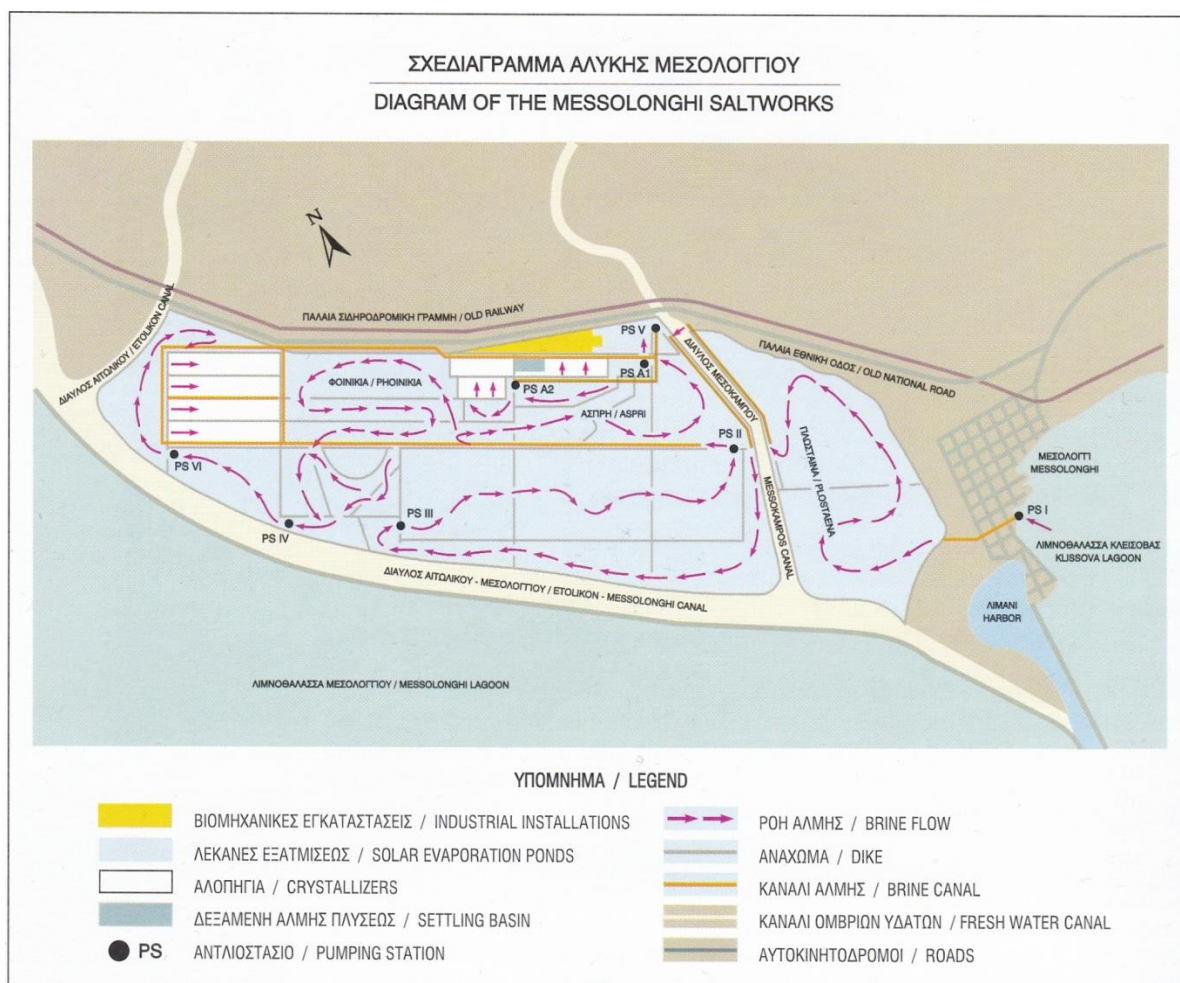


Σχ. 2.5. Επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα των Αλυκών της Τουρλίδας (www.google.com/maps)

2.3 Δομή αλυκών, μέθοδοι κρυστάλλωσης και συγκομιδή

Οι Ελληνικές αλυκές λειτουργούν με τη «μέθοδο των διαδοχικών λεκανών εξάτμισης» (Σχ. 2.6.), η οποία κάνει την εμφάνισή της στην Ευρώπη στα τέλη του 10ου αιώνα και στον ελληνικό χώρο εισάγεται από τους Ενετούς κατά τη διάρκεια της κυριαρχίας τους σε αυτόν. Πρόκειται για ένα σύστημα λεκανών, στις οποίες διοχετεύεται το θαλασσινό νερό και εκεί υφίσταται εξάτμιση. Οι λεκάνες αυτές έχουν οριοθετηθεί ανθρωπογενώς, όπως και τα κανάλια που τις συνδέουν μεταξύ τους και με τη λιμνοθάλασσα, και οι πυθμένες τους ισοπεδώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Ανάμεσα στο σύστημα των λεκανών και τη λιμνοθάλασσα, υπάρχει ένας απομονωμένος χώρος που ονομάζεται «θερμάστρα», στην οποία οδηγείται θαλασσινό νερό μέσω καναλιών και όπως υποδεικνύει το όνομά του, λειτουργεί ως χώρος προθέρμανσης του νερού. Παράλληλα αυξάνει η πυκνότητά του και η περιεκτικότητά του σε άλατα, οπότε πλέον ονομάζεται άλμη.

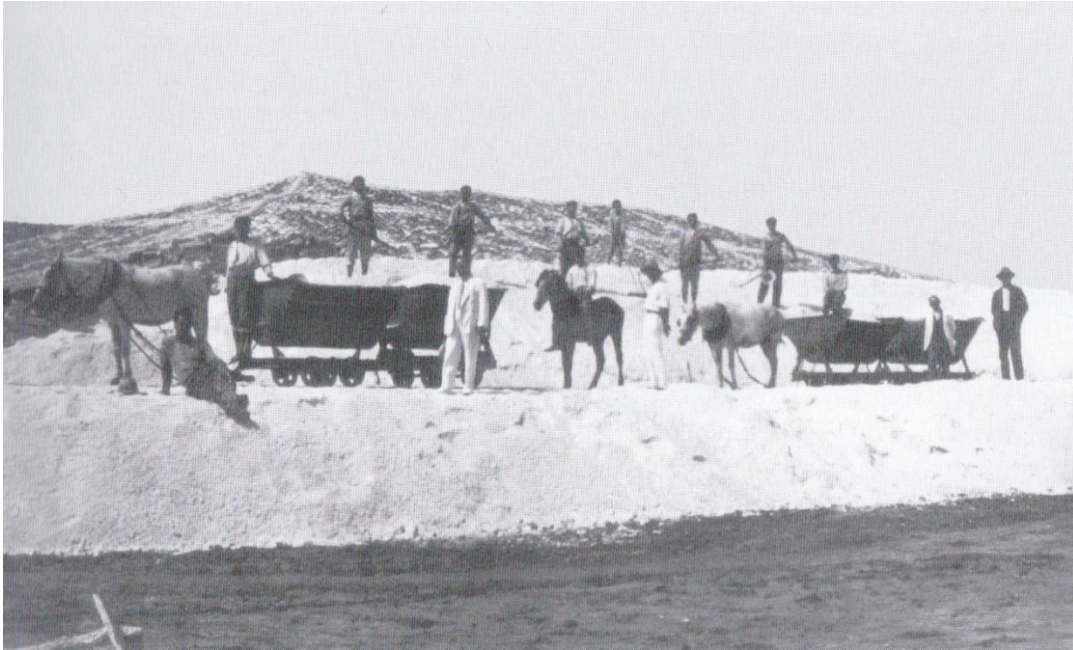


Στη συνέχεια η άλμη αυτή συλλέγεται σε ρηχές λεκάνες όπου λαμβάνει χώρα η διαδικασία της εξάτμισης, κατά της εξέλιξη της οποίας καθιζάνουν μη διαλυτά κλάσματα όπως η άμμος και η άργιλος και δυσδιάλυτα όπως το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3). Έπειτα η άλμη διοχετεύεται σε επόμενη λεκάνη είτε μηχανικά είτε με τη βοήθεια της δύναμης της βαρύτητας και εκεί με περαιτέρω εξάτμιση καθιζάνει το θεικό ασβέστιο (CaSO_4) ή αλλιώς το ορυκτό ανυδρίτης. Η μετακίνηση της άλμης συνεχίζεται και στη νέα λεκάνη, που ονομάζεται αλυκή, καθιζάνει και κρυσταλλώνεται το χλωριούχο νάτριο (NaCl). Στο τελικό στάδιο απομονώνεται η παραμένουσα άλμη, η οποία περιέχει τις εξής ευδιάλυτες ενώσεις: χλωριούχο μαγνήσιο (MgCl_2) με τη μορφή του ορυκτού χλωρομαγνησίτης, θεικό μαγνήσιο (MgSO_4), χλωριούχο κάλιο (KCl) και βρωμιούχο μαγνήσιο (MgBr_2). Οι ενώσεις αυτές συλλέγονται μετέπειτα για εμπορική χρήση και η άλμη υπόκειται περαιτέρω επεξεργασίας (Πετανίδου 1977).

Η συγκομιδή του αλατιού γίνεται με ειδικά μηχανήματα που κινούνται πάνω σε ράγες που έχουν τοποθετηθεί προσωρινά πάνω στην επιφάνεια των αλυκών και με τη συμβολή της χειρωνακτικής εργασίας. Στις μέρες μας λαμβάνει χώρα στο τέλος του καλοκαιριού, από το μήνα Αύγουστο και σε περιπτώσεις μέχρι και τον Οκτώβριο, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες τις εκάστοτε χρονιάς. Η ετήσια συχνότητα συγκομιδής συνδέεται με τον τρόπο λειτουργίας των αλυκών που είναι η «μέθοδος συνεχούς ή διηνεκούς πήξεως», δηλαδή οι αλυκές τροφοδοτούνται συνεχώς με άλμες που κρυσταλλώνονται διαδοχικά στα τηγάνια μέχρι την τελική συλλογή τους. Η μέθοδος αυτή εισάχθηκε στην Ελλάδα μόλις το 1917 από τον Ισπανό οργανωτή αλυκών Ιωσήφ Σαντόζα, που συνεργάστηκε τότε με την ελληνική κυβέρνηση με σκοπό την αναβάθμιση της ποιότητας και της παραγωγικότητας της αλοπηγιάς. Παλαιότερα οι αλυκές λειτουργούσαν με τη «μέθοδο της περιοδικής πήξεως», δηλαδή το αλάτι συλλεγόταν μετά από κάθε κρυστάλλωση της εισαγόμενης άλμης, παράγοντας ένα χαμηλότερο ποιοτικά αποτέλεσμα, λόγω των πολλών εδαφικών προσμίξεων.

Στο Μεσολόγγι λόγω της έντονης δραστηριότητας είχε αναπτυχθεί συγκεκριμένο λεξιλόγιο στην τοπική διάλεκτο για την περιγραφή των διαδικασιών και την ονομασία αντικειμένων και εργασιών. Οι θερμάστρες ονομαζόταν «κλαδαριές», τα αλοπήγια «τηγάνια» και η εισαγωγή νερού σε αυτά μέχρι και σήμερα καλείται «πότισμα». Το νερό κυκλοφορούσε μέσα στις «ποτιστάδες» (τα κανάλια) και μεταφερόταν χειρωνακτικά από τους «λαβουτιστές» με ειδικά εργαλεία, τις «λαβούτες» (Στασινόπουλος 1905). Οι «ταιριαστές» σήμαιναν την εκκίνηση και την παύση του ποτίσματος ελέγχοντας τη στάθμη του νερού, η γενική εποπτεία όμως γινόταν

από τον «καραβοκύρη» (Πετανίδου 1977). Η συλλογή γινόταν με τη βοήθεια του «σύρτη», ενός ξύλινου εργαλείου και με τα «βαγονέτα» και τη βοήθεια αλόγων (Σχ. 2.7, 2.8) είτε αποθηκευόταν στα «αλώνια» είτε μεταφερόταν στο «παραλίμανο» για να φορτωθεί στα εμπορικά καΐκια.



Σχ. 2.7. Μεταφορά αλατιού στις αρχές του 20^{ου} αιώνα (αρχείο Γ.Κοκοσούλα)



Σχ. 2.8. Μεταφορά αλατιού με βαγονέτα τη δεκαετία του 1960 (Φ.Περγαντής)

3. ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΒΡΩΣΙΜΟΥ ΑΛΑΤΙΟΥ

3.1. Ορυκτοχημική σύσταση

Το βρώσιμο αλάτι χρησιμοποιείται παγκοσμίως ως παράγοντας που βελτιώνει τη γεύση, αλλά και για τη συντήρηση των τροφών. Είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού και έτσι είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε τα φυσικά χαρακτηριστικά του, τη χημική συμπεριφορά του και φυσικά τις προσμίξεις άλλων στοιχείων.

Το αλάτι έχει τη χημική ονομασία του χλωριούχου νατρίου και αυτό γιατί αποτελεί την ιοντική ένωση Na (νατρίου) και Cl (χλωρίου), κάτι που αποδείχτηκε μόλις το 1810 από τον Βρετανό χημικό Humphry Davy. Κρυσταλλώνεται στο κυβικό σύστημα, η διαλυτότητά του στο νερό είναι μεγάλη και αυξάνει ελάχιστα με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η παρουσία του ταπεινώνει το σημείο πήξεως. Στους 15.5 °C κορεσμένο διάλυμα άλμης περιέχει 26.4 % αλάτι ενώ στους 0 °C σε 100 g άλμης μπορούν να διαλυθούν 26.3 g αλάτι². Το υδατικό διάλυμα άλατος αποτελεί καλό αγωγό του ηλεκτρισμού.

Στο αλάτι που προκύπτει από την απλή εξάτμιση του θαλασσινού νερού, εκτός από Na και Cl βρίσκονται και οργανικά υπολείμματα του περιβάλλοντος, αλλά και τα στοιχεία Mg, S, Ca, K, Br και O με τη μορφή των παρακάτω ενώσεων και ορυκτών και στις εξής μέσες ποσοστιαίες αναλογίες:

- NaCl (αλίτης) 77.8%
- MgCl₂ (χλωρομαγνησίτης) 10.9%
- MgSO₄ (επσομίτης) 4.7%
- CaSO₄ (ανυδρίτης) 3.6%
- KCl 2.5%
- MgBr₂ 0.2%
- CaCO₃ (ασβεστίτης) 0.3%

Οι προσμίξεις όμως μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του χώρου και των συνθηκών κρυστάλλωσης, όπως και οι κοκκομετρίες. Από έρευνες που έγιναν σε δείγματα βρώσιμου αλατιού από διάφορα μέρη του κόσμου διαθέσιμα στην ελληνική αγορά, έχουν

² https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CF%81%CE%BC%CE%B7#cite_ref-1

προκύψει ενδιαφέρονται στοιχεία, που όπως φαίνεται, επηρεάζουν και το χρώμα του προϊόντος. Σε ανάλυση του υδατικού διαλύματος του κόκκινου αλατιού Χαβάης, που προήλθε από την εξάτμιση του θαλασσινού νερού, παρατηρούμε ότι είναι πλούσιο σε σίδηρο (Fe) με τη μορφή των οξειδίων του σε ένα ποσοστό 0.08%. Ο σίδηρος αυτός, που δίνει στο προϊόν το χαρακτηριστικό χρώμα, είναι ηφαιστειακής προέλευσης και αναμιγνύεται με το αλάτι κατά τη διάρκεια της παλίρροιας με τη μορφή της αργίλου. Παράλληλα εντοπίστηκαν και τα εξής ιχνοστοιχεία σε πολύ μικρές αναλογίες: As, Ce, Ge, Mn, Mo, Rb και Sr (Γιούρη κ.ά. 2017). Σε ανάλυση άλλου δείγματος του κόκκινου αλατιού Χαβάης με μέγεθος κόκκων 2-3mm εντοπίστηκαν προσμίξεις Al, Ca, Mg, S και Si (Stergiou et al. 2016).

Το επίσης θαλάσσιας προέλευσης μαύρο αλάτι της Χαβάης βρίσκεται σε πολύ μεγάλους κρυστάλλους 3-10mm και βρέθηκε ότι περιέχει προσμίξεις καλίου (K) και θείου (S). Το κοινό λευκό θαλασσινό αλάτι με κρυστάλλους μικρότερους του 1mm δε φαίνεται να έχει αξιοσημείωτες προσμίξεις, σε αντίθεση με ένα δείγμα αφρίνας (Fleur de Sel) κοκκομετρίας μικρότερης των 2mm, όπου εντοπίστηκαν Ca, Mg και S (Stergiou et al. 2016).

Εκτός από τα παραπάνω στοιχεία, στο βρώσιμο αλάτι εντοπίζονται και βαρέα μέταλλα, πολλές φορές απαραίτητα και χρήσιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό, που όμως εκτός των επιτρεπτών ορίων κατανάλωσης χαρακτηρίζονται τοξικά. Πλήθος ερευνών και αναλύσεων έχουν γίνει για τη μέτρηση της συγκεντρώσεως των βαρέων μετάλλων. Ανάλυση σε δείγμα αλατιού παραγόμενου στην Ελλάδα, και συγκεκριμένα της γνωστής εταιρίας KALAS GROUP, εντόπισε Cu, Ni, Co, Mn, Pb, Cd σε συγκεντρώσεις 0,22‰, 0,54‰, 0,25‰, 0,66‰, 0,5‰ και 0,18‰ αντίστοιχα. Στη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δείγματα επεξεργασμένου, όπως στο παράδειγμα που αναφέρθηκε, αλλά και ανεπεξέργαστου αλατιού από την Ελλάδα, την Τουρκία και την Αίγυπτο. Παρόλο που οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων τηρούν τους διεθνείς περιορισμούς, παρατηρήθηκε ότι είναι πιο αυξημένες στο ανεπεξέργαστο αλάτι και αυτό αφορά κυρίως στο μαγγάνιο, όπου συναντάμε σχετικά υψηλές τιμές (Soylak et al. 2008). Έρευνες σε επεξεργασμένο αλάτι έχουν επίσης γίνει για τη μέτρηση της περιεκτικότητας και άλλων στοιχείων, όπως τα As, Hg, Zn, όπου μάλιστα σε περιπτώσεις βρέθηκε να αγγίζει ή και να ξεπερνάει τα επιτρεπόμενα όρια σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές (Pourghveysari et al. 2012).

3.2. Επεξεργασία αλατιού θαλάσσιας προέλευσης

Οι περισσότερες προσμίξεις που βρίσκονται στο αλάτι μετά τη φυσική του εξάτμιση πρέπει να απομακρυνθούν έως ότου αυτό κριθεί κατάλληλο προς βρώση και αποκτήσει 97-99% περιεκτικότητα σε NaCl. Ένα μεγάλο ποσοστό των ανεπιθύμητων στοιχείων απομακρύνεται με τη λειτουργία των διαδοχικών λεκανών εξάτμισης και την κλασματική κρυστάλλωση που λαμβάνει χώρα σε αυτές. Στη συνέχεια όμως το αλάτι χρήζει περαιτέρω επεξεργασίας μέχρι την εμπορική του διάθεση, καθώς δεν μπορεί να καταναλωθεί στην ανεπεξέργαστη μορφή του. Έτσι λοιπόν υποβάλλεται σε μία διαδικασία πλύσης για την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων προσμίξεων, που όπως προαναφέρθηκε, επηρεάζουν και τη λευκότητα του χρώματός του.

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας άλατος συνήθως είναι εξοπλισμένες με δύο συστήματα πλύσης (Σχ. 3.1). Στο πρώτο χρησιμοποιούνται κορεσμένες άλμες και στόχος είναι να μειωθούν στο ελάχιστο τα αδιάλυτα στοιχεία και παράλληλα να απομακρυνθεί περίπου το 50% της γύψου που βρίσκεται σε αιώρηση. Η εγκατάσταση αποτελείται από έναν μεγάλο κοχλία στον οποίο το αλάτι κινείται σε αντίστροφη ροή από ότι η κορεσμένη άλμη. Η πλύση αυτή λαμβάνει χώρα αμέσως μετά τη συγκομιδή και πριν τη συσσώρευση του άλατος σε σωρούς, και αυτό γιατί τότε τα στοιχεία δεν έχουν προλάβει να προσκολληθούν στην επιφάνεια των κόκκων και είναι πιο εύκολη η αφαίρεσή τους.



Σχ. 3.1. Εγκατάσταση πλυντηρίου αλατιού (www.saltwashing.com)

Το πλυμένο αλάτι εξέρχεται από τον κοχλία και τοποθετείται πάνω σε έναν ιμάντα μεταφοράς. Εκεί αν κρίνεται απαραίτητο, υπάρχει η δυνατότητα να ψεκάσει το αλάτι με άλμη για να βελτιστοποιηθεί το αποτέλεσμα. Στον ιμάντα το προϊόν στραγγίζεται και έτσι απομακρύνεται η μεγαλύτερη ποσότητα κορεσμένης άλμης. Ακολουθεί η αποθήκευση ώστε να στεγνώσει και να απαλλαχθεί από την παραμένουσα υγρασία, η οποία μειώνεται από 8% σε 4%, συνθήκη που επιτρέπει την εκκίνηση της δεύτερης πλύσης ή και τη διάθεσή του στην αγορά για χρήσεις με χαμηλότερες προδιαγραφές.

Σε αυτό το στάδιο απομακρύνονται τα άλατα μαγνησίου και καλίου που είναι ενσωματωμένα στους κρυστάλλους χλωριούχου νατρίου. Αυτό επιτυγχάνεται φέρνοντας το αλάτι σε επαφή με άλμη ακόρεστη ως προς τα άλατα αυτά, που τα απομακρύνει με διάλυση. Χρησιμοποιούνται κωνικά δοχεία, από το επάνω μέρος τους εξέρχεται η άλμη και από κάτω το πλυμένο αλάτι, που στη συνέχεια φυγοκεντρίζεται για να αφαιρεθεί εκ νέου η παραμένουσα άλμη. Μετά τη φυγοκέντριση έχει 2,5% υγρασία και εισάγεται στο στεγνωτήριο για τη μείωση της σε λιγότερο από 0.5%. Τέλος, γίνεται κοκκομετρική κατηγοριοποίηση (Σχ. 3.2), πριν τη συσκευασία και τη διάθεση στην αγορά. (ITALKALI, 2019)



Σχ. 3.2. Αλάτι σε διαφορετικές κοκκομετρίες (www.nordicsalts.com)

4. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΛΑΤΙΟΥ ΜΕΣΟΛΛΟΓΓΙΟΥ

Για τους σκοπούς της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας συλλέχθηκαν δείγματα ανεπεξέργαστου αλατιού από την Αλυκή Τουρλίδας στο Μεσολλογγι. Το πρώτο δείγμα (MSL1) δεν έχει επηρεαστεί πρόσφατα από κατακρημνίσματα (Σχ. 4.1), ενώ το δεύτερο (MSL2a) και το τρίτο (MSL2b) είναι δείγματα που λήφθηκαν μετά από πρόσφατη βροχή. Το MSL2a είναι καθαρό αλάτι από το ανώτερο στρώμα (Σχ. 4.2) και το MSL2b από το κατώτερο και περιέχει προσμίξεις από τον πυθμένα (βάση) της αλυκής (Σχ. 4.3).

Η ανάλυση τους έγινε στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM) και τα ορυκτά που αναγνωρίστηκαν στο MSL1 είναι ο αλίτης, ο ανυδρίτης και ο χλωρομαγνησίτης, στο MSL2a ο αλίτης (καθαρός αλλά και με πρόσμιξη μαγνησίου) και ο ανυδρίτης, στο MSL2b αλίτης και ανυδρίτης καθαροί αλλά και με προσμίξεις, καθώς και κάποια ακόμα ορυκτά που δεν αναλύθηκαν. Τα ορυκτά αυτά καταγράφονται στις παρακάτω φωτογραφίες από το μικροσκόπιο (Σχ. 4.4-4.10) και η χημική τους σύσταση παρουσιάζεται στους αντίστοιχους πίνακες.



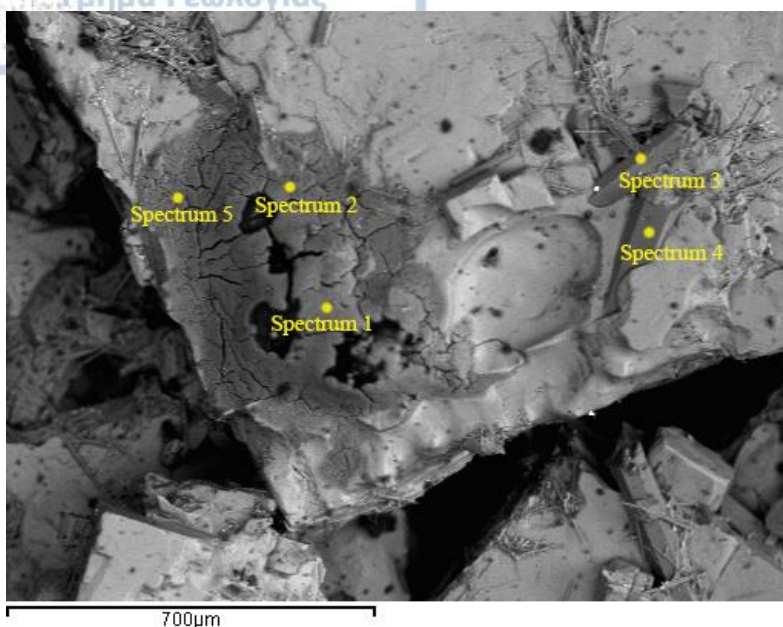
Σχ. 4.1. Μακροσκοπική φωτογραφία πρώτου δείγματος (MSL1)



Σχ. 4.2. Μακροσκοπική φωτογραφία δεύτερου δείγματος (MSL2a)

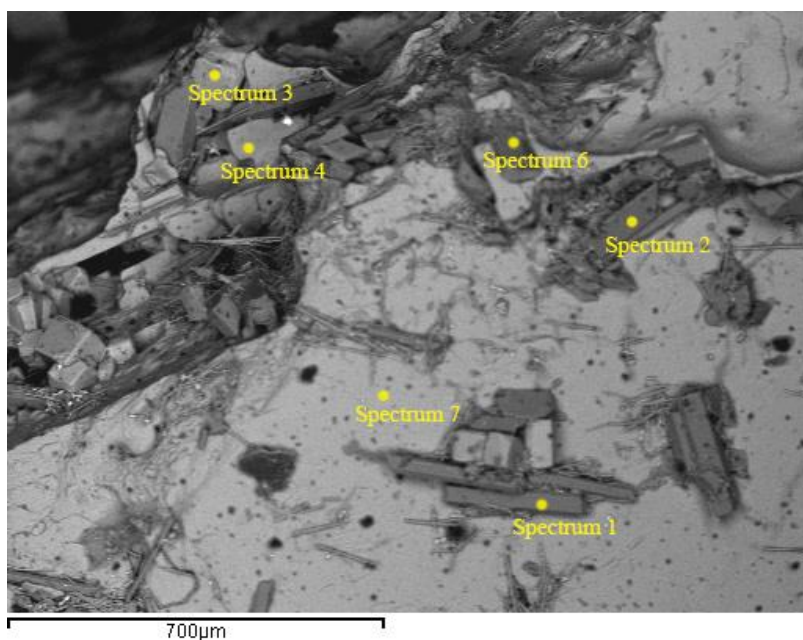


Σχ. 4.3. Μακροσκοπική φωτογραφία τρίτου δείγματος (MSL2b)



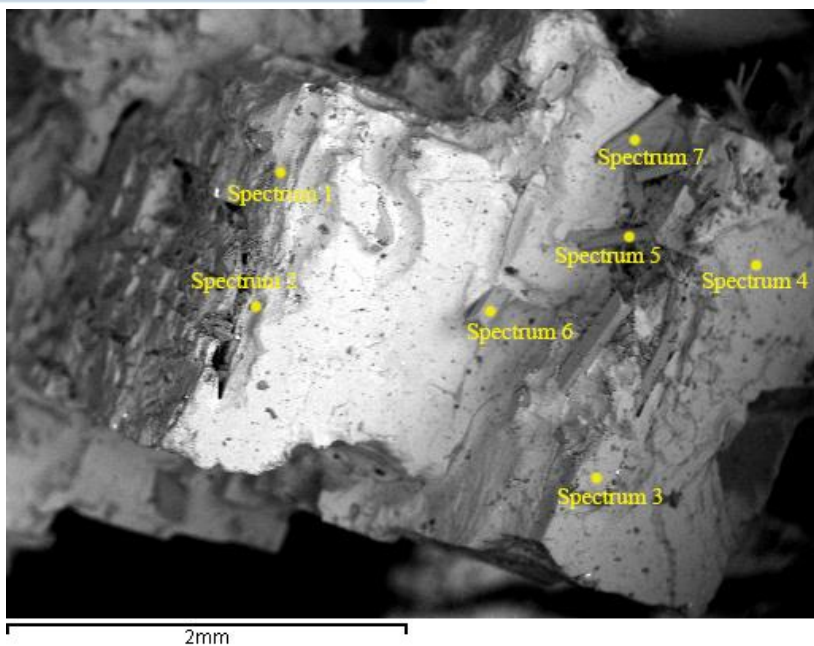
Σχ. 4.4. Σημείο ανάλυσης MSL1-2a

1.χλωρομαγνησίτης
2.χλωρομαγνησίτης
3.ανυδρίτης
4.ανυδρίτης
5.χλωρομαγνησίτης



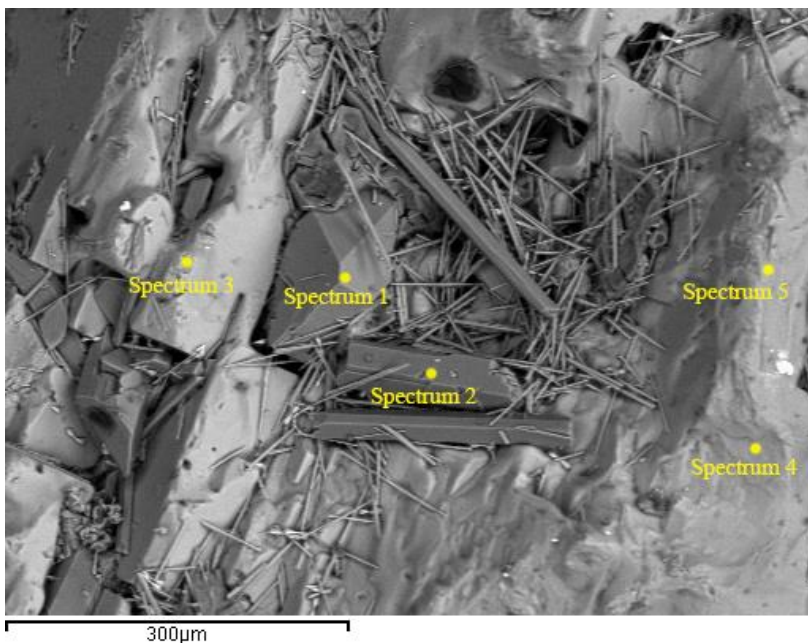
Σχ. 4.5. Σημείο ανάλυσης MSL1-3a

1.ανυδρίτης
2.ανυδρίτης
3.αλίτης
4.αλίτης
6.ανυδρίτης
7.αλίτης



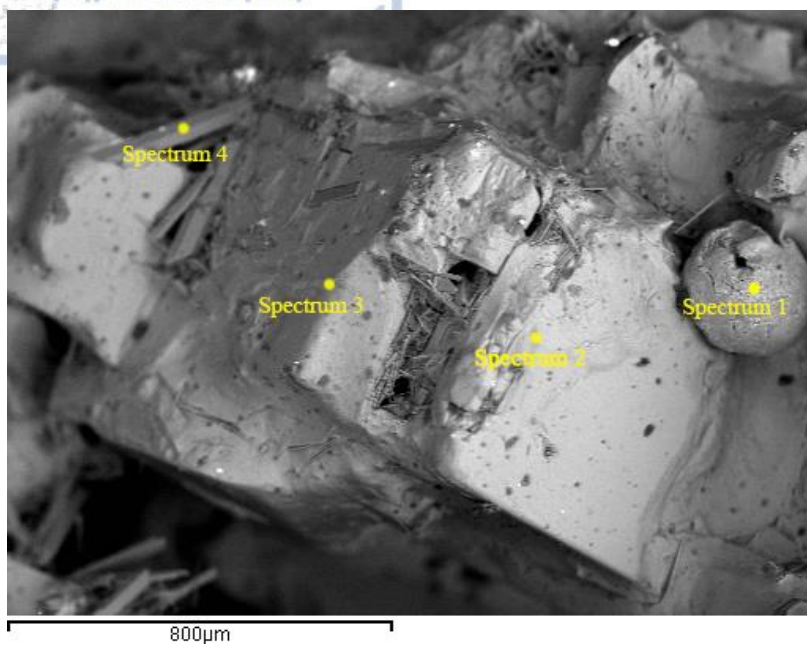
Σχ. 4.6. Σημείο ανάλυσης MSL2a-1a

1.αλίτης
2.αλίτης
3.αλίτης
4.αλίτης
5.ανυδρίτης
6.ανυδρίτης
7.ανυδρίτης



Σχ. 4.7. Σημείο ανάλυσης MSL2a-2a

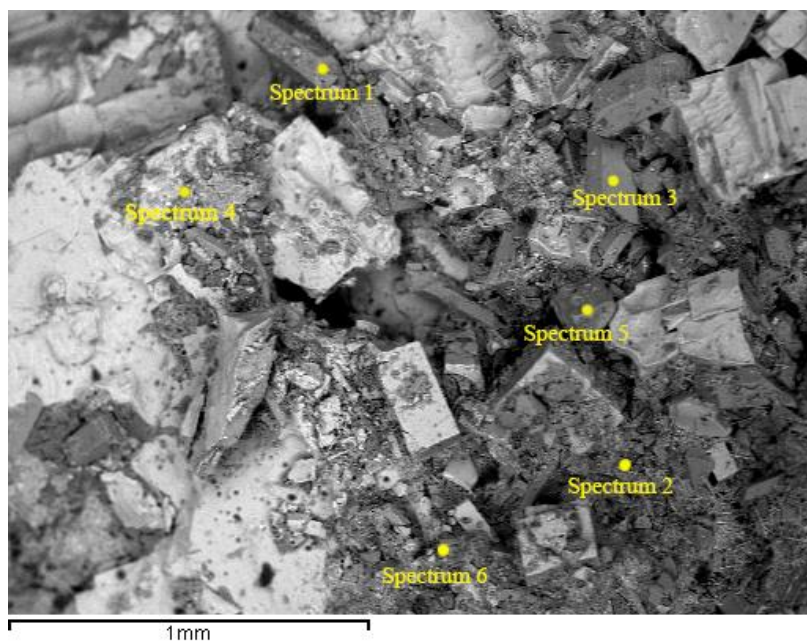
1.ανυδρίτης
2.ανυδρίτης
3.αλίτης
4.αλίτης
5.άλιτης



Σχ. 4.8. Σημείο ανάλυσης MSL2a-3a

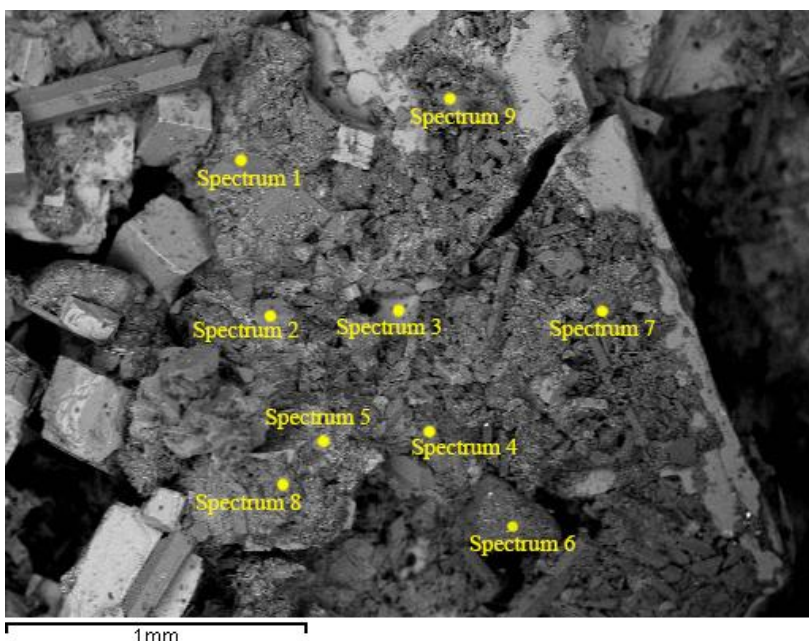
1.αλίτης με Mg
2.αλίτης
3.αλίτης
4.ανυδρίτης

MSL2b 2a



Σχ. 4.9. Σημείο ανάλυσης MSL2b-2a

1.ανυδρίτης με προσμίξεις
2.αλίτης και ανυδρίτης με προσμίξεις
3.ανυδρίτης
4.αλίτης με προσμίξεις
5.ανυδρίτης
6.ανυδρίτης



Σχ. 4.10. Σημείο ανάλυσης MSL2b-3a

1.αλίτης και ανυδρίτης με προσμίξεις
2.ανυδρίτης
3.αλίτης με προσμίξεις
5.αλίτης
6.αλίτης με προσμίξεις
9.ανυδρίτης
(τα υπόλοιπα ορυκτά δεν αναλύθηκαν)

Πίνακας 4.1. Χημική σύσταση Αλίτη (NaCl)

Δείγμα	MLS1			MSL2a						
Σημείο	3a			1a				2a		
Θέση	3	4	7	1	2	3	4	3	4	5
Na	39.77	39.17	39.32	39.49	39.94	39.62	38.49	38.87	40.44	38.32
Cl	60.92	60.83	60.68	60.51	60.06	60.38	61.21	61.13	59.56	61.68
Σύνολο	100.69	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.70	100.00	100.00	100.00

(συνέχεια Πίνακα 4.1)

Δείγμα	MSL 2a		MSL 2b			
Σημείο	3a		3a			
Θέση	2	3	5	min	max	avg
Na	39.24	39.60	40.62	38.32	40.62	39.45
Cl	60.76	60.40	59.38	59.38	61.68	60.58
Σύνολο	100.00	100.00	100.00			

Πίνακας 4.2. Χημική σύσταση Αλίτη με προσμίξεις Mg και K

Δείγμα	MSL 2a
Σημείο	3a
Θέση	1
Na	33.08
Mg	3.55
K	3.36
Cl	60.51
Σύνολο	100.50

Πίνακας 4.3. Χημική σύσταση Χλωρομαγνησίτη (MgCl₂)

Δείγμα	MLS 1					
Σημείο	2a					
Θέση	1	2	5	min	max	avg
Mg	25.14	24.27	24.15	24.15	25.14	24.52
Cl	74.62	75.02	74.93	74.62	75.02	74.86
Σύνολο	99.76	99.29	99.08			

Πίνακας 4.4. Χημική σύσταση Ανυδρίτη (CaSO₄)

Δείγμα	MLS1					MSL2a					
Σημείο	2a		3a			1a			2a		3a
Θέση	3	4	1	2	6	5	6	7	1	2	4
Na											
Mg											
Ca	29.53	28.92	27.97	28.09	28.14	29.69	30.07	30.01	29.13	28.33	28.87
K											
Si											
Sr											
S	24.02	23.84	24.38	24.31	24.17	23.41	23.20	23.09	23.97	24.17	24.99
Cl											
O	46.25	47.24	47.65	47.60	47.04	46.90	47.28	46.78	46.90	47.49	46.14
Tot	99.80	100.00	100.00	100.00	99.35	100.00	100.55	99.88	100.00	99.99	100.00

(συνέχεια Πίνακα 4.4)

Δείγμα	MSL2b							
Σημείο	2a			3a				
Θέση	3	5	6	2	9	min	max	avg
Na								
Mg								
Ca	30.22	29.36	29.86	28.43	28.97	27.97	30.22	29.10
K								
Si								
Sr								
S	23.12	23.72	24.03	24.68	23.93	23.09	24.99	23.94
Cl								
O	46.67	46.92	46.11	46.89	47.09	46.11	47.65	46.93
Tot	100.01	100.00	100.00	100.00	99.99			

Πίνακας 4.5. Χημική σύσταση αλίτη ή/και ανυδρίτη με προσμίξεις

Δείγμα	MSL 2b					
Σημείο	2a			3a		
Θέση	1	2	4	1	3	6
Na	4.24	5.40	8.50		8.43	
Mg	2.06	7.55	9.50	8.77	7.57	14.91
Ca	18.39	7.78	5.02	16.42		25.21
K	1.42	3.70	6.53		2.99	
Al		2.85			4.08	3.81
Si		5.11		2.84	9.54	5.87
Sr	3.48					
S	21.96	12.30	9.39	16.48	0.86	
Cl	4.49	17.81	34.46	15.26	44.02	20.24
O	43.97	37.49	26.61	40.23	23.81	29.95
Tot	100.01	99.99	100.01	100.00	101.30	99.99

Στις φωτογραφίες του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου SEM, βλέπουμε κάποια χαρακτηριστικά της μορφής των κρυστάλλων των ορυκτών. Ο αλίτης έχει μεγάλους κρυστάλλους που ανήκουν στο κυβικό σύστημα, ενώ ο ανυδρίτης έχει σχετικά μικρότερους βελονοειδείς. Ο χλωρομαγνησίτης παρουσιάζεται ως άμορφο συσσωμάτωμα που καλύπτει τον αλίτη στην επιφάνειά του, και ο μαγνησιούχος αλίτης με σφαιροειδή μορφή.

Οι χημικές συστάσεις των ορυκτών, όπως φαίνεται, κρατούν σχετικά σταθερές τις αναλογίες των στοιχείων τους. Ο αλίτης αποτελείται από 39,45% Na και 60,58% Cl κατά μέσο όρο, με μία μέγιστη απόκλιση της τάξεως του $\pm 1,2\%$. Στην περίπτωση όμως του Mg-αλίτη ένα ποσοστό του Na έχει αντικατασταθεί από Mg και K. Ο χλωρομαγνησίτης περιέχει 24,52% Mg και 74,86% Cl $\pm 0,62\%$ και ο ανυδρίτης 29,1% Ca, 23,94% S και 46,93% O με μέγιστη απόκλιση $\pm 1,13\%$.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τελευταίος πίνακας της χημικής σύστασης των ορυκτών αλίτης και ανυδρίτης με τις εδαφικές προσμίξεις του υποβάθρου της αλυκής. Έκτος από τα στοιχεία που συνιστούν τα ορυκτά (Na, Cl, Ca, S, O), υπάρχουν σε αξιοσημείωτα ποσοστά Mg με μέγιστη τιμή 14,91%, K έως 6,53%, Al από 2,85% μέχρι 4,08%, Si με συμμετοχή 2,84-9,54% και σε μία θέση εντοπίζεται Sr κατά 3,48%.

Σε όλα τα δείγματα υπάρχει ανυδρίτης ταυτόχρονα με τον αλίτη, που αποτελεί το αντικείμενο ενδιαφέροντος. Επιπλέον όμως, ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δώσουμε και στις εδαφικές προσμίξεις, διότι είναι μέρος του όγκου αλατιού που συλλέγεται προς επεξεργασία. Σε αυτές οφείλονται η παρουσία του Al και του Si στις αναλύσεις του αλίτη. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων καθιστούν σαφή την παρουσία ανεπιθύμητων στοιχείων που πρέπει να απομακρυνθούν, ώστε τελικά το αλάτι να χαρακτηριστεί κατάλληλο και ασφαλές προς βρώση.

5.1. Η ιστορία του κτιρίου

Στο Μεσολόγγι τον Αύγουστο του 2020 κάνει τα εγκαίνιά του το πρώτο Μουσείο Άλατος (Σχ. 5.2) στην Ελλάδα. Το 2010 το Κέντρο Λόγου και Τέχνης «Διέξοδος», που εδράζεται στην πόλη, διοργανώνει μια έκθεση με τίτλο «Αλάτι – Ο λευκός θησαυρός» με υψηλή επισκεψιμότητα 7500 ατόμων. Δεδομένου ότι αναφερόμαστε σε πολιτιστικό χώρο της περιφέρειας, ο αριθμός αυτός ήταν πρωτόγνωρος. Οι συντελεστές του Μουσείου και της έκθεσης κατείχαν όλη την απαραίτητη τεχνογνωσία και το υλικό ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν ένα ανάλογο θεματικό μουσείο. Έτσι λοιπόν ο Δήμος Μεσολογγίου παραχώρησε στη «Διέξοδο» ένα εγκαταλελειμμένο κτίριο (Σχ. 5.1) που χρονολογείται στη δεκαετία του 1930 και τον περιβάλλοντα χώρο 1500τ.μ. Βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Αλυκής της Τουρλίδας και η παραχώρησή του έγινε με σκοπό τη δημιουργία του πρώτου και μοναδικού Μουσείου Άλατος στην Ελλάδα.

Η οικοδόμηση του κτιρίου χρονολογείται το 1946, ονομαζόταν «θάλαμος» και λειτουργούσε ως χώρος διαμονής των εργατών των αλυκών. Το 1960, που το πρόβλημα στέγασης και μετακίνησης των αλυκάρων (εργάτες της αλυκής) έπαψε να υπάρχει, στον χώρο αυτό αποθηκεύονταν το άχυρο με το οποίο τάζαν τα άλογα που έσερναν τα βαγονέτα μεταφοράς άλατος³. Από το 1983 και μετά, με την εκβιομηχάνιση της παραγωγής, και μέχρι την παραχώρησή του στη «Διέξοδο» το κτίριο εγκαταλείφθηκε.



Σχ. 5.1.
Το εγκαταλελειμμένο
κτίριο
(www.saltmuseum.gr)

³ www.saltmuseum.gr



Σχ. 5.2. Το Μουσείο Άλατος σήμερα (www.saltmuseum.gr)

5.2. Περιεχόμενο και εκθέματα

Ο χώρος του Μουσείου αποτελείται από έξι αίθουσες, η μία εκ των οποίων χρησιμοποιείται ως χώρος υποδοχής και εισαγωγής στην ιστορία του, και στην τελευταία λειτουργεί πωλητήριο με βρώσιμα αλάτια από όλο τον κόσμο αλλά και τοπικά, περίτεχνες αλατιέρες και έργα τέχνης σχετιζόμενα με το αλάτι. Στις υπόλοιπες τέσσερις αίθουσες υπάρχει η συλλογή του Μουσείου και πληροφοριακό υλικό σχετικό με το αλάτι. Εκτίθενται αλάτια από διαφορετικές περιοχές, χρώματα και κοκκομετρίες, παλιά ξύλινα και μεταλλικά εργαλεία που χρησιμοποιούνταν στην πόλη για την καλλιέργεια και τη συλλογή του αλατιού και μία μοναδική συλλογή 1500 αλατιερών (Σχ. 5.3) που χρονολογούνται από το 1800 μέχρι σήμερα. Επιπλέον σε όλους τους χώρους του μουσείου ο επισκέπτης μπορεί να πληροφορηθεί για τις χρήσεις του αλατιού στην καθημερινότητα και την παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων, για την παρουσία και την εμφάνισή του στις τέχνες, τη θρησκεία και τον πολιτισμό, για τις τεχνικές καλλιέργειας και παραγωγής του αλλά και για το συσχετισμό του με την ιδιαίτερη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής.

Στον προαύλιο και περιβάλλοντα χώρο του Μουσείου βρίσκονται παλιά εργαλεία και μηχανήματα συλλογής και επεξεργασίας άλατος. Καθώς ο χώρος έρχεται σε επαφή με τις εν λειτουργία Αλυκές της Τουρλίδας, σε ένα μέρος του γίνεται η απόθεση της συγκομιδής σε εντυπωσιακούς σωρούς άλατος πλάτους, μήκους και ύψους πολλών μέτρων. Επιπρόσθετα έχει εγκατασταθεί εκεί μια ξύλινη υπερυψωμένη κατασκευή που λειτουργεί ως παρατηρητήριο των αλυκών, της λιμνοθάλασσας του Μεσολογγίου, των φυσικών φαινομένων και του βιολογικού κόσμου που συνδέεται με αυτές, αλλά και μια εξέδρα για την διοργάνωση εκδηλώσεων πολιτιστικού ενδιαφέροντος.



Σχ. 5.3. Ασημένια αλατιέρα του 1860 από τη συλλογή του Μουσείου (αρχείο Δ.Καρέτσου)

Στην παρούσα εργασία περιγράφηκε η λειτουργία των αλυκών στον ελληνικό χώρο και ιδιαίτερα στην περιοχή της λιμνοθάλασσας του Μεσολογγίου, δόθηκαν στοιχεία για τη σύσταση του αλατιού από ορυκτολογική και χημική άποψη και αναλύθηκαν δείγματα άλατος από την Αλυκή Τουρλίδας στο Μεσολόγγι, συμπεραίνοντας τη σημαντικότητα της επεξεργασίας του. Στο τέλος, χρησιμοποιήθηκε το παράδειγμα του Μουσείου Άλατος της προαναφερθείσας περιοχής ως μελέτη περίπτωσης, για να επισημανθεί η πολιτιστική πτυχή της καλλιέργειας άλατος.

Στα ελληνικά εδάφη υπάρχουν πολλές περιοχές που πληρούν τα κριτήρια δημιουργίας αλυκών και φυσικά το παράκτιο κλίμα της χώρας είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει καταλυτικά, κάτι που επιβεβαιώνεται από την ιστορία της ελληνικής αλοπηγικής δραστηριότητας. Παρόλα αυτά οι ανάγκες του τόπου μας δεν καλύπτονται από την εγχώρια παραγωγή, αντιθέτως υπάρχει η ανάγκη εισαγωγής αλατιού. Η δημιουργία και εκμετάλλευση αλυκών από το κράτος, θα μπορούσε να ενισχύσει την τοπική και εθνική οικονομία, αυξάνοντας την παραγωγή, μειώνοντας τις εισαγωγές και αναπτύσσοντας ένα δίκτυο εξαγωγών, αλλά και δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας.

Εκτός όμως από τη βιομηχανική και εμπορική δραστηριότητα, οι αλυκές σχετίζονται και με τον πολιτισμό, όπως είδαμε στο παράδειγμα του Μουσείου Άλατος, αλλά και με το φυσικό περιβάλλον και τους βιότοπους. Έτσι λοιπόν, με την περαιτέρω ανάπτυξη της αλοπηγίας, θα μπορούσε να τονωθεί ο τουρισμός τοπικών κοινωνιών και κατά συνέπεια η οικονομία τους, η ανάδειξη του φυσικού τοπίου και η ευαισθητοποίηση σχετικά με τη φροντίδα και τη διατήρησή του.



Γιούρη Κ., Καραγεωργίου Σ., Στεργίου Χ., Θεοδωρίδου Σ., Παπαδοπούλου Λ., Μέλφος Β.,

2017. Βρώσιμα αλάτια: Προσδιορισμός της σύστασης του αδιάλυτου υπολείμματος

Κανελλή Δ., (2020). Αλάτι, ο λευκός θησαυρός.

Πετανίδου Θ. (2001). Η γεωγραφία της παραγωγής άλατος στον ελληνικό κόσμο. Στο Η' τριήμερο εργασίας «*Το ελληνικό αλάτι*», Μυτιλήνη, 6-8.11.1998, Υπουργείο Αιγαίου και Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ. Αθήνα: Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ.

Πετανίδου Θ. (1977). Άλας – Το αλάτι στην Ευρωπαϊκή Ιστορία και τον Πολιτισμό. Στασινόπουλου Κ.Α. (1905). Το αλάτι και αι αλικαί του Μεσολογγίου.

Φρούζη Α. (2009). Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Γεωργία και Περιβάλλον», Μυτιλήνη.

ITALKALI (2019). *The industrial production of salt*. Ανακτήθηκε από:

<https://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupMeetingDoc&docid=34119>

Pourghesari H., Moazeni M., Ebrahimi A., 2012. Heavy metal content in edible salts in Isfahan and estimation of their daily intake via salt consumption. *International Journal of Environmental Health Engineering*.

Soylak M., Peker D., Turkoglu O., 2008. Heavy metal contents of refined and unrefined table salts from Turkey, Egypt and Greece.

Stergiou C., Karageorgiou S., Theodoridou S., Giouri K., Papadopoulou L., Melfos V., 2016. Compositional and morphological evaluation of edible salts: preliminary results.